

Method of reducing noise in pulse-controlled machine - using mean values of wide range of frequencies from pulse generator for processing by pulse width modulator to match control parameters

Patent number: DE3912706
Publication date: 1990-10-25
Inventor: WESCHTA ALOIS DR ING (DE)
Applicant: SIEMENS AG (DE)
Classification:
 - international: H02M1/12; H02M7/48; H02P7/63
 - european: H02M1/12; H02M7/5395
Application number: DE19893912706 19890418
Priority number(s): DE19893912706 19890418

Report a data error here

Abstract of DE3912706

A method of noise reduction during the operation of a pulse controller rotating field machine (2) makes use of a range of frequencies from a generator (4). The complete output spectrum of generator (4) is processed within a recognised distribution regime, e.g. gaussian. A mean value for amplitude and pulse width is arrived at which matches predetermined values (F_t and DF) for a single discrete pulse but is made up of the composite noise spectrum from generator (4). Machine control parameters (a) voltage and (f_1) pulse width are fed to the PWM (3) from a separate source (not shown) for regulating the main power supply unit (1). USE/ADVANTAGE - For speed and torque control of rotating machines. Avoids resonance associated with fixed frequency pulsed system and loss generating harmonics in connected equipment. Eliminates need for filters and chokes. Does not require rapid response semiconductors in main power supply.

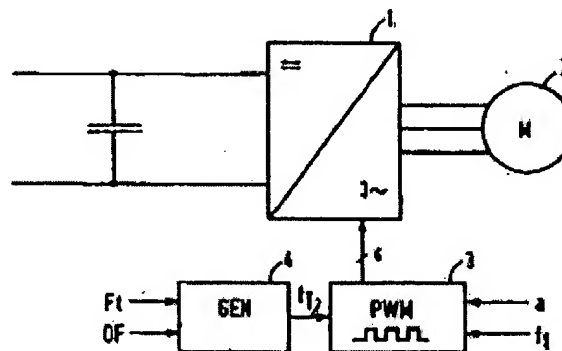


FIG 1

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



㉔ Anmelder:
Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

㉕ Erfinder:
Weschta, Alois, Dr.-Ing., 8520 Buckenhof, DE

㉖ Verfahren zum geräuscharmen Betrieb einer von einem Pulswechselrichter gespeisten Maschine

Um beim Betrieb einer von einem Pulswechselrichter gespeisten Maschine eine Anregung akustischer Resonanzfrequenzen zu verhindern, wird die Modulationsfrequenz zur Erzeugung der pulsbreitenmodulierten Steuerimpulse des Wechselrichters nicht als ein bestimmter, im stationären Zustand konstanter Wert vorgegeben, sondern innerhalb eines vorgegebenen Frequenzbandes ständig und unabhängig vom Betriebszustand der Maschine variiert. Das Frequenzspektrum am Wechselrichterausgang enthält dann nicht einzelne Resonanzlinien, sondern nur noch ein über das Frequenzband praktisch kontinuierlich verteiltes Rauschen.

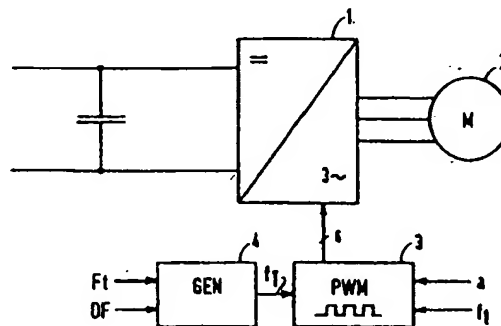


FIG 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum geräuscharmen Betrieb einer von einem Pulswechselrichter gespeisten Maschine mit den im Oberbegriff des Patentanspruchs angegebenen Merkmalen.

Für den Betrieb einer Maschine wird häufig ein bestimmter, insbesondere sinusförmiger Verlauf der Speisespannung oder des Speisestroms gewünscht. Dieser wird üblicherweise erzeugt, in dem ein entsprechender Sollwert mit einer vorgegebenen Modulationsfrequenz moduliert wird. Z.B. kann eine mit der hochfrequenten Modulationsfrequenz erzeugte Sägezahnspannung mit der entsprechenden Sollspannungskurve verglichen werden, um aus den Schnittpunkt der beiden Kurven die Steuerimpulse für die Ventile des Pulswechselrichters zu ermitteln.

Die Vorgabe der Modulationsfrequenz ist dabei vom Betriebszustand der Maschine bestimmt. Um Nichtlinearitäten und Schwebungen zu vermeiden, wird häufig die Modulationsfrequenz als Oberfrequenz der Betriebsfrequenz vorgegeben und derart synchronisiert, daß beim Nulldurchgang des Sollwertes jeweils eine Periode des Modulationstaktes gestartet wird. Damit bei hohen Modulationsfrequenzen die Breite der Pulsen und Pausen die Schonzeit der Halbleiterventile des Pulswechselrichters nicht unterschreiten, ist es dann oft erforderlich, nicht nur die Modulationsfrequenz proportional zur Betriebsfrequenz zu ändern, sondern auch von einem Proportionalitätsfaktor auf einen anderen überzugehen, d.h. die Anzahl der Pulse, in die eine Periode des Sollwertes zerlegt wird, zu variieren. Diese Variationen der Modulationsfrequenz erfolgen daher stets in Abhängigkeit vom Betriebszustand der Maschine und des Umrichters.

Dabei kann es aber insbesondere im stationären Betrieb der Maschine zu deutlich wahrnehmbaren Oberschwingungen im Geräuschspektrum der Maschine kommen. Sowohl Transformatoren und elektrische Teile der Anlage wie auch Lagerschild, Gehäuse und andere mechanische Teile der Maschine besitzen Eigenfrequenzen, die z.B. bei Modulationsfrequenzen im Bereich von 1 bis 2 kHz, wie sie bei Pulswechselrichtern häufig verwendet werden, angeregt werden und einen unangenehmen Ton erzeugen. Dieser Effekt verstärkt sich, wenn mehrere Maschinen im gleichen Raum betrieben werden.

Da Oberschwingungen in den elektrischen Größen der Maschine auch zu elektrischen Verlusten führen, sind häufig Drosseln oder Filter am Ausgang des Pulswechselrichters angeordnet. Um aber deren Geräusche zu vermindern, sind dann z.B. geräuscharme Drosselspulen erforderlich. Eine andere Möglichkeit ist, eine sehr hohe Pulsfrequenz zu verwenden, z.B. im Bereich von 5 kHz oder mehr, wodurch sich einerseits die Annäherung der pulsbreitenmodulierten Steuerimpulse an die gewünschte Kurvenform des Sollwertes verbessert und daher die Verluste verringert werden, andererseits die Modulationsfrequenzen nicht mehr im Anregungsbereich störender akustischer Schwingungen liegt. Ein derartiges Verfahren ist z.B. in der deutschen Offenlegungsschrift 32 30 058 für den Betrieb einer Umwälzpumpe in einem Heizungsrohrsystem beschrieben. Derartig hohe Modulationsfrequenzen erfordern aber besonders schnelle Ventile.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, durch einen Eingriff in die Steuerung des Pulswechselrichters einen geräuscharmen Betrieb der Maschine zu ermögli-

chen.

Diese Aufgabe wird gelöst, durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs. Die Erfindung wird anhand des in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiels und der in Fig. 2 dargestellten Modulationssignale näher erläutert.

Fig. 1 zeigt einen von einer vorgegebenen Gleichspannung, z.B. der eingepprägten Zwischenkreis-Gleichspannung eines Spannungszwischenkreis-Umrichters, gespeisten Umrichter 1, an den eine Drehfeldmaschine 2 angeschlossen ist. Für die Speisespannung der Maschine 2 ist von einer nicht dargestellten Regelung ein Sollwert a und eine Sollfrequenz f vorgegeben. Diese Sollwerte bestimmen den in Fig. 2 mit R dargestellten Verlauf des Sollwertes, der in einem Pulsbreiten-Modulator PWM mit einer Modulationsspannung D verglichen wird. Die Schnittpunkte bestimmen eine pulsbreitenmodulierte Steuerspannung S , aus deren Flanken die Steuerimpulse für die Ventile des Umrichters 1 abgeleitet werden.

Dieser, nach dem bekannten "Unterschwingungsverfahren" arbeitende Pulsbreitenmodulator wird von einem Steuersignal f_T gespeist, das die Frequenz des Sägezahns D angibt. Dieses Steuersignal f_T für die Modulationsfrequenz kann im Stand der Technik in Abhängigkeit von den Sollwerten a und f im Modulator PWM selbst gebildet sein, so daß ein eigener Steuereingang nicht vorhanden ist. Insbesondere kann als Pulsbreitenmodulator ein Mikroprozessor verwendet sein, der ohne eine direkte Bildung der Sägezahnspannung die Steuerflanken des Steuersignals S errechnet.

Die Modulationsfrequenz ändert sich beim Stand der Technik nicht oder nur in Abhängigkeit von Änderungen des Betriebszustandes der Maschine. Im stationären Zustand ist die Modulationsfrequenz konstant.

Im Gegensatz hierzu ist in Fig. 1 der Pulsbreitenmodulator PWM von einem Steuersignal f_T für die Modulationsfrequenz angesteuert. Dieser Generator GEN kann z.B. ein Rauschgenerator sein, der nach einer statistischen Berechnung die Modulationsfrequenz f_T liefert, für die ein Mittelwert f_T und eine Bandbreite DF vorgegeben ist. Dadurch kann z.B. eine Gauß-Verteilung der Modulationsfrequenz f_T erzielt werden.

Im Frequenzspektrum der Ausgangsspannung entsteht dann statt einer einzigen, hohen Spektrallinie ein mehr oder weniger kontinuierliches Spektrum mit einem deutlich niedrigeren Spitzenwert. Entsprechend ändert sich auch das Geräuschspektrum der Maschine. Die Pulsfrequenz ist dann nicht mehr als störender Einzelton wahrnehmbar, sondern nur noch als ein Rauschen.

Der Erfindung liegt also der Gedanke zugrunde, die Pulsbreitenmodulation nicht mit einer einzelnen, zumindest im stationären Zustand konstanten Taktfrequenz f_T vorzunehmen, vielmehr wird die Modulationsfrequenz selbst innerhalb des durch die Bandbreite DF gegebenen Frequenzbereiches ständig moduliert. Der Mittelwert f_T dieses Frequenzbereiches kann dabei durchaus in Abhängigkeit vom Betriebszustand der Maschine veränderlich sein, also z.B. in Abhängigkeit von den Sollwerten a und f vorgegeben werden, die in der nicht dargestellten Regelung gebildet sind.

Der Generator GEN kann ein Zufallsgenerator oder auch ein digitaler Generator zur Erzeugung von Pseudozufallszahlen sein. Die Änderung der Modulationsfrequenz f_T kann kontinuierlich oder zu diskreten Zeitpunkten erfolgen. Insbesondere ist es möglich, die Frequenzänderung nur dann vorzunehmen, wenn jeweils eine ganze oder eine halbe Periode der Dreieckspan-

nung *D* abgeschlossen ist. Der Generator kann mit diskreten Bauelementen oder als Mikrocomputer aufgebaut sein.

Es ist nicht erforderlich, den Generator als eigenes Bauteil dem Pulsbreitenmodulator vorzuschalten. Vielmehr kann z.B. im Modulator eine Vielzahl von Pulsmustern gespeichert sein, aus denen dann nach einem statistischen Auswahlverfahren jeweils ein Pulsmuster für die Ansteuerung der Ventile ausgewählt wird.

Patentanspruch

Verfahren zum geräuscharmen Betrieb einer von einem Pulswechselrichter gespeisten Maschine, wobei die Steuerimpulse des Pulswechselrichters durch Modulations eines Sollwertes mit einer veränderlich vorgegebenen Modulationsfrequenz erzeugt werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Modulationsfrequenz innerhalb eines vorgegebenen Frequenzbandes ständig und unabhängig vom Betriebszustand der Maschine und des Umrichters variiert wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

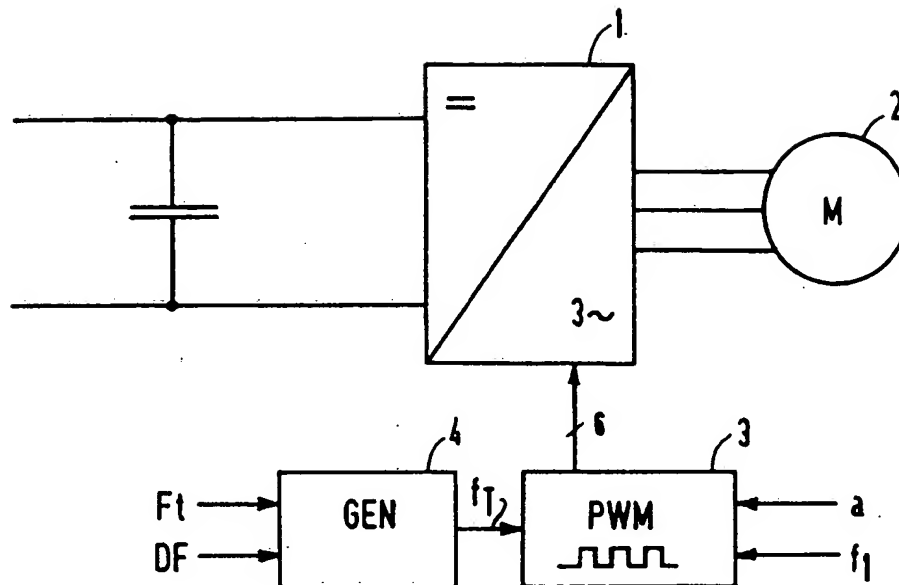


FIG 1

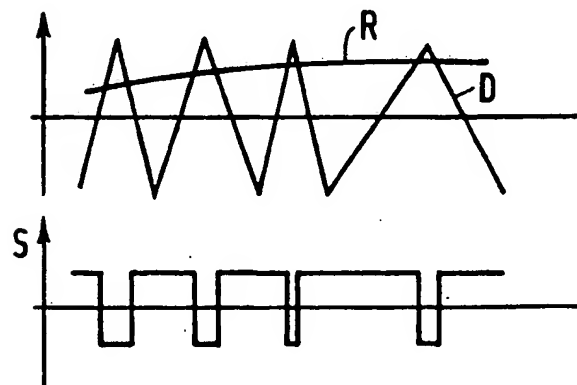


FIG 2